

This Page Is Inserted by IFW Operations  
and is not a part of the Official Record

## **BEST AVAILABLE IMAGES**

Defective images within this document are accurate representations of the original documents submitted by the applicant.

Defects in the images may include (but are not limited to):

- BLACK BORDERS
- TEXT CUT OFF AT TOP, BOTTOM OR SIDES
- FADED TEXT
- ILLEGIBLE TEXT
- SKEWED/SLANTED IMAGES
- COLORED PHOTOS
- BLACK OR VERY BLACK AND WHITE DARK PHOTOS
- GRAY SCALE DOCUMENTS

**IMAGES ARE BEST AVAILABLE COPY.**

**As rescanning documents *will not* correct images,  
please do not report the images to the  
Image Problems Mailbox.**

(19)



JAPANESE PATENT OFFICE

## PATENT ABSTRACTS OF JAPAN

(11) Publication number: 09230395 A

(43) Date of publication of application: 05 . 09 . 97

(51) Int. Cl.

G02F 1/35

H04J 14/08

H04B 10/02

H04Q 3/52

H04Q 11/04

(21) Application number: 08033860

(22) Date of filing: 21 . 02 . 96

(71) Applicant: NIPPON TELEGR & TELEPH  
CORP <NTT>(72) Inventor: KAMATANI OSAMU  
KAWANISHI SATOKI

## (54) OPTICAL SIGNAL PROCESSOR

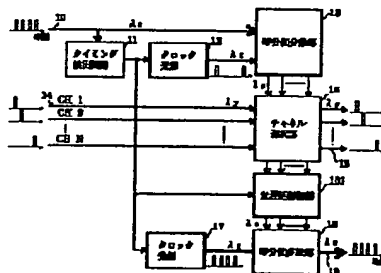
## (57) Abstract:

**PROBLEM TO BE SOLVED:** To make it possible to branch and insert an extremely high speed multiplex light signal and to switch time division channels by giving required optical delay for switching a time slot to an optical signal of selected individual channel and providing an optical delay control means outputting it to a multiplex means.

**SOLUTION:** This processor is provided with a clock light source 17 and a time division multiplexing section 18 for multiplexing a light signal selected by a channel selecting section 15 in time division. The channel selecting section 15 outputs the optical signal separated by a time division separating section 13 for each channel to a time division multiplexing section 18 as it is, or outputs it to a branch port 16, while the optical signal made incident from an insertion port 14 is outputted to the time division multiplexing section 18. Then an optical delay control section 101 provided between the channel selecting section 15 and the time division multiplexing section 18 outputs light signals of each channel from the channel selecting section 15 to the time division multiplexing section 18 after time delay required for optical signals of each channel to

perform switching operation of each time division channel is given.

COPYRIGHT: (C)1997,JPO



(51) Int.Cl. <sup>6</sup>	識別記号	庁内整理番号	F I	技術表示箇所
G 0 2 F 1/35			G 0 2 F 1/35	
H 0 4 J 14/08			H 0 4 Q 3/52	1 0 1 B
H 0 4 B 10/02			H 0 4 B 9/00	D
H 0 4 Q 3/52	1 0 1			U
11/04			H 0 4 Q 11/04	E
審査請求 未請求 請求項の数 3 O L (全 7 頁)				

(21) 出願番号 特願平8-33860

(22) 出願日 平成8年(1996)2月21日

(71) 出願人 000004226

日本電信電話株式会社

東京都新宿区西新宿三丁目19番2号

(72) 発明者 鎌谷 修

東京都新宿区西新宿三丁目19番2号 日本  
電信電話株式会社内

(72) 発明者 川西 悟基

東京都新宿区西新宿三丁目19番2号 日本  
電信電話株式会社内

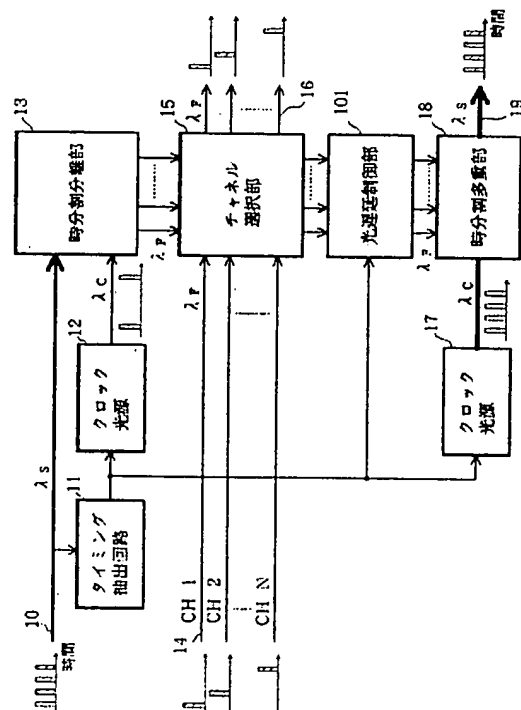
(74) 代理人 弁理士 井出 直孝 (外1名)

(54) 【発明の名称】 光信号処理装置

(57) 【要約】

【課題】 100 Gbit/sを超えるような超高速光信号の分岐、挿入、各時間分割チャネルの入れ替え操作を可能とする。

【解決手段】 4光波混合を利用して個々の時分割チャネルの光信号を分離し、分離された光信号またはそれに替えて挿入する新たな光信号に必要な光遅延を与えた後に、4光波混合を利用して時分割多重する。



## 【特許請求の範囲】

【請求項1】 時分割多重された入射光信号の光パルス繰り返し周波数 $f$ に同期して周波数 $f/m$  ( $m$ は自然数)のタイミングクロックを出力するタイミング手段と、

このタイミングクロックにしたがって前記入射光信号に多重された個々のチャネルの光信号を分離する分離手段と、

分離された光信号または各チャネルに新たに挿入すべき光信号を選択するチャネル選択手段と、

選択された光信号を時分割に多重する多重手段とを備え、

前記分離手段は、前記タイミングクロックに同期して前記入射光信号の波長 $\lambda_c$ とは異なる波長 $\lambda_s$ の光パルス列を出射する第一のクロック光源と、この第一のクロック光源の出力光と前記入射光信号とにより発生した波長 $\lambda_f$ の4光波混合光を出力する第一の光非線形媒質とを含み、

前記多重手段は、前記タイミングクロックに同期して繰り返し周波数 $f$ の光パルス列を発生する第二のクロック光源と、この第二のクロック光源の出力する光パルス列と波長 $\lambda_f$ の光信号とから4光波混合により時分割多重された光信号列を生成する第二の光非線形媒質とを含む光信号処理装置において、

前記チャネル選択手段により選択された個々のチャネルの光信号に時間スロットを入れ替えるために必要な光遅延を与えて前記多重手段に出力する光遅延制御手段を備えたことを特徴とする光信号処理装置。

【請求項2】 前記光遅延制御手段は前記タイミング手段からのタイミングクロックによって制御される請求項1記載の光信号処理装置。

【請求項3】 前記光遅延制御手段は石英を用いた光導波路により形成された請求項1記載の光信号処理装置。

## 【発明の詳細な説明】

## 【0001】

【発明の属する技術分野】本発明は超高速光通信システムに必要とされる光信号処理に利用する。特に、光領域で多重された100 Gbit/sを超えるような超高速光信号に対して動作する光信号処理装置に関する。

## 【0002】

【従来の技術】従来、光領域で多重された超高速時分割多重信号列から所望の光信号列を取り出すための光パルス時分割分離装置においては、そのチャネルに同期したクロック光パルスを用い、位相シフタや光遅延線その他によってチャネルを選択して多重分離を行っていた。

## 【0003】

【発明が解決しようとする課題】しかし、従来の技術では、各チャネルの信号の分岐については光信号処理により行うことができたが、その信号を再び、またはその信号とは別の信号をそのチャネルに挿入するためには、多

重分離された光信号を電気信号に変換して電気信号列の操作を行った後に、多重化された光信号を再生する必要があった。このため、動作速度が電気信号処理速度によって制限され、20 Gbit/s程度の処理速度しか得られなかった。すなわち、光領域での多重が可能な100 Gbit/sを超えるような超高速光信号に対しては、電気信号の速度限界を超えるため電気信号に変換することは不可能であり、そのような超高速光信号の分岐、挿入操作を行うことはできなかった。

【0004】本発明者らは、このような課題を解決するため、4光波混合を利用して個々のチャネルの光信号を分離するとともに、その光信号またはそれに代えて新たな光信号を4光波混合を利用して時分割多重する装置について発明し、既に特許出願した(特願平7-207133、本願出願時未公開)。

【0005】本発明は、この先の出願に示された技術をさらに改良し、100 Gbit/sを超えるような超高速多重光信号の分岐および挿入操作が可能でなく、各時間チャネルの入れ替え操作も可能な光信号処理装置を提供することを目的とする。

## 【0006】

【課題を解決するための手段】本発明は、4光波混合を利用して個々のチャネルの光信号を分離し、その光信号またはそれに替えてあらたな光信号を4光波混合を利用して時分割多重するとともに、選択された個々のチャネルの光信号に、時間スロットを入れ替えるために必要な光遅延を与えることを特徴とする。すなわち本発明の光信号処理装置は、時分割多重された入射光信号の光パルス繰り返し周波数 $f$ に同期して周波数 $f/m$  ( $m$ は自然数)のタイミング信号を出力するタイミング手段と、このタイミング信号にしたがって入射光信号に多重された個々のチャネルの光信号を分離する分離手段と、分離された光信号または各チャネルに新たに挿入すべき光信号を選択するチャネル選択手段と、選択された光信号を時分割に多重する多重手段とを備え、分離手段は、タイミング信号に同期して入射光信号の波長 $\lambda_c$ とは異なる波長 $\lambda_s$ の光パルス列を出射する第一のクロック光源と、この第一のクロック光源の出力光と入射光信号とにより発生した波長 $\lambda_f$ の4光波混合光を出力する第一の光非線形媒質とを含み、多重手段は、タイミング信号に同期して繰り返し周波数 $f$ の光パルス列を発生する第二のクロック光源と、この第二のクロック光源の出力する光パルス列と波長 $\lambda_f$ の光信号とから4光波混合により時分割多重された光信号列を生成する第二の光非線形媒質とを含む光信号処理装置において、チャネル選択手段により選択された個々のチャネルの光信号に時間スロットを入れ替えるために必要な光遅延を与えて多重手段に出力する光遅延制御手段を備えたことを特徴とする。

【0007】この構成により、光領域で多重された100 Gbit/sを超えるような超高速光信号に対する光

ノードとして動作するような、光時分割分離装置、光時分割多重装置、タイミング抽出装置およびパルス光源とによって構成された光信号装置が得られる。

【0008】第二のクロック光源は、その出力波長が波長 $\lambda_f$ の光信号との4光波混合により波長 $\lambda_g$ が得られる波長 $\lambda_c$ に設定される。

【0009】第一および第二の非線形媒質としては、光ファイバあるいは半導体レーザ増幅器を用いることができる。

【0010】光遅延制御手段はタイミング手段からのタイミングクロックによって制御されることが望ましい。光遅延制御手段としては、石英系光導波路を用いることがよい。

【0011】

【発明の実施の形態】図1は本発明の実施形態を示すブロック構成図である。この光信号処理装置は、入力ポート10から入射する時分割多重された入射光信号の光パルス繰り返し周波数 $f$ に同期して周波数 $f/m$  ( $m$ は自然数)のタイミング信号を出力するタイミング手段としてタイミング抽出回路11を備え、このタイミング信号にしたがって入射光信号に多重された個々のチャンネルの光信号を分離する分離手段としてクロック光源12および時分割分離部13を備え、分離された光信号または挿入ポート14から入射する各チャンネルに新たに挿入すべき光信号を選択するチャンネル選択部15を備え、このチャンネル選択部15により選択された光信号を時分割に多重する多重手段としてクロック光源17および時分割多重部18を備える。

【0012】クロック光源12は、タイミング抽出回路11の出力するタイミング信号により駆動され、このタイミング信号に同期して入射光信号の波長 $\lambda_g$ とは異なる波長 $\lambda_c$ の短光パルス列を出射する。時分割分離部13は内部に光非線形媒質を備え、クロック光源12の出力光と入射光信号とにより発生した波長 $\lambda_f$ の4光波混合光を出力する。すなわち、クロック光源12の出力光と同じタイミングのチャンネルのみが分離される。クロック光源12の出力光を順次遅延させて用いるか、あるいは互いに出力タイミングのずれた複数のクロック光源12を用いることで、各チャンネルに時分割分離できる。

【0013】チャンネル選択部15は、分離された光信号をそのまま通過させるか、新たなアッド信号を挿入するかを、各チャンネルごとに選択する。すなわち、各チャンネルごとに、時分割分離部13により分離された光信号をそのまま時分割多重部18に出力するか、時分割分離部13により分離された光信号を分岐ポート16へ出力するとともに、挿入ポート14から入射した光信号を時分割多重部18に出力する。挿入ポート14には波長 $\lambda_f$ の光信号を入射する。チャンネル選択部15に必要とされる動作速度は、100 Gbit/sを超えるような超高速度光信号を処理する場合でも低速でよく、チャンネル選択

部15の動作速度が処理する光信号の速度を制限することはない。

【0014】クロック光源17は、タイミング抽出回路11の出力するタイミング信号により駆動され、このタイミング信号に同期して繰り返し周波数 $f$ の短光パルス列を発生する。クロック光源17の出力波長は、波長 $\lambda_f$ の光信号との4光波混合により波長 $\lambda_g$ が得られる波長 $\lambda_c$ である。時分割多重部18は、クロック光源17の出力する短光パルス列と波長 $\lambda_f$ の光信号とから、4光波混合により、時分割多重された光信号列を生成して出力ポート19に出射する。

【0015】この構成において、チャンネル選択部15と時分割多重部18との間には、チャンネル選択部15により選択された個々のチャンネルの光信号に時間スロットを入れ替えるために必要な光遅延を与えて時分割多重部18に出力する光遅延制御部101を備える。すなわち光遅延制御部101は、チャンネル選択部15からの個々のチャンネルの光信号に対して、各時分割チャンネルの入れ替え操作を行うため、個々のチャンネルの光信号に必要な時間遅延を与えた後に、その光信号を時分割多重部18に出力する。光遅延制御部101で各チャンネルの光信号に与えられる光遅延量は、入射光信号のビットレートで決まる各チャンネル間隔時間の整数倍とすればよい。

【0016】以上の構成により、任意のチャンネルの光信号を分岐、挿入、および時分割チャンネルの入れ替え操作をした時分割多重光信号列を生成して出力することができる。

【0017】時分割分離部13および時分割多重部18の光非線形媒質としては、半導体レーザ増幅器、光ファイバあるいは希土類添加光ファイバを用いることができる。時分割多重部18には特に石英系プレーナ光波回路を用いることがよく、光遅延制御部101にも、石英系プレーナ光波回路を用いることがよい。

【0018】

【実施例】図2は本発明の第一実施例を示すブロック構成図であり、光遅延制御部として光ファイバを用いた例を示す。ここでは、時分割チャンネルが2チャンネルの場合を説明する。また、非線形媒質としても光ファイバを用いるものとする。この実施例は、入力ポート20および出力ポート29を備え、タイミング抽出回路21と、個々のチャンネルの光信号を分離するための二つのクロック光源22-1、22-2と、時分割分離部を構成する光非線形媒質としての光ファイバ23-1、23-2および波長多重分離カプラ32-1、32-2と、挿入すべき光信号を生成するアッドクロック光源24-1、24-2と、チャンネル選択部を構成する二つのチャンネル選択器25-1、25-2と、各チャンネルの光信号に遅延を与える二つの遅延光ファイバ201-1、201-2と、繰り返し周波数 $f$ の光パルス列を発生するクロック光源27と、時分割多重部の光非線形媒質を構成する光

ファイバ28-1、28-2とを備える。さらに、入射光信号をタイミング抽出回路21に分岐する分波器30と、クロック光源22-1、22-2の出力をそれぞれ入射光信号に合波する合波器31-1、31-2と、チャンネル選択器25-1、25-2の出力をそれぞれクロック光源27の出力に合波する合波器33-1、33-2とを備える。

【0019】入力ポート20からの入射光信号は、分波器30により分波されてタイミング抽出回路21に入力される。タイミング抽出回路21は、入射光信号の光パルス列に同期して、そのビットレートの整数分の1の繰り返しをもつ同期信号を抽出してクロック光源22-1、22-2、27およびアッドクロック光源24-1、24-2に分配する。

【0020】合波器30を通過した入射光信号は、合波器31-1によりクロック光源22-1の出力光が合波され、光ファイバ23-1に入射する。このとき、光ファイバ23-1内で生じる4光波混合によって、クロック光源22-1の出力する光パルス列と同じタイミングのチャンネルの光信号の波長が $\lambda_s$ から $\lambda_f$ に変換される。この波長を波長多重分離カプラ32-1により分離することにより、所望のチャンネルが時分割分離される。波長多重分離カプラ32-1により分離されなかった光信号は、さらに合波器31-2によりクロック光源22-2の出力光が合波され、光ファイバ23-2へ導かれる。ここでも同様に、4光波混合によって所望のチャンネルの波長が変換され、波長多重分離カプラ32-2により時分割分離される。

【0021】波長多重分離カプラ32-1、32-2により分離された光信号は、それぞれチャンネル選択器25-1、25-2に入力される。チャンネル選択器25-1、25-2はそれぞれ、波長多重分離カプラ32-1、32-2からの光信号をそのまま通過させるか、あるいはアッドクロック光源24-1、24-2から供給される新たなアッド信号を挿入するかを選択する。

【0022】チャンネル選択器25-1により選択された光信号は、遅延光ファイバ201-1によって所望の光遅延を受けた後に、合波器33-1によりクロック光源27の出力と合波され、光ファイバ28-1に入射する。このとき、光ファイバ28-1内で生じる4光波混合によって、チャンネル選択器25-1からの光信号の波長が $\lambda_f$ から $\lambda_s$ に変換される。チャンネル選択器25-2により選択された光信号についても同様に、遅延光ファイバ201-2によって所望の光遅延を受けた後に、合波器33-2により光ファイバ28-1の出力光と合波されて光ファイバ28-2に入射し、この光ファイバ28-2内で生じる4光波混合によって波長が $\lambda_f$ から $\lambda_s$ に変換される。これにより、入射光信号と同じビットレートの時分割多重された光信号列が生成され、出力ポート29に出力される。

【0023】すなわち、入力ポート20に入射した波長 $\lambda_s$ の入射光信号のうちの所望のチャンネルのビット列については、クロック光源22-1、22-2の出力光の波長 $\lambda_s$ により波長 $\lambda_f$ に変換され、分岐ポートへ導くことができる。また、そのビット列を再び時分割多重して出力ポート29に射出する場合には、光ファイバ28-1、28-2において、クロック光源27からの入射光信号ビットレートと同じ速度の光パルス列により波長 $\lambda_f$ から波長 $\lambda_s$ に変換する。信号列に新たなビット列を挿入する場合には、アッドクロック光源24-1、24-2からの波長 $\lambda_f$ の信号を、クロック光源27からの入射光信号ビットレートと同じ速度の光パルス列により波長 $\lambda_s$ に変換する。

【0024】遅延光ファイバ201-1、201-2で各チャンネルの光信号に与えられる光遅延量は、入射光信号のビットレートで決まる各チャンネル間隔時間の整数倍とする。

【0025】チャンネル選択器25-1、25-2は、二つの入力に与えられた光信号を二つの出力のいずれかに選択的に切り替えることができる。例えば、入射光信号のあるチャンネルについて入力ポート20から出力ポート29へ出力する場合には、分離された光信号が入力される第一の入力と、時分割多重のための第一の出力とを結合する。挿入ポートからの光信号を出力ポート29へ出力する場合には、挿入すべき光信号が入力される第二の入力と第一の出力とを結合し、第一の入力については第二の出力に結合して分岐ポートに出力する。このようにして、100Gb/sを超えるような超高速光信号の任意のチャンネルの光信号について、分岐、挿入、時分割チャンネルの入れ替え操作を行った時分割多重光信号列を生成して出力することができる。

【0026】図3は本発明の第二実施例を示すブロック構成図であり、非線形媒質として半導体レーザ増幅器を用いた例を示す。この例もまた、時分割チャンネルが2チャンネルの場合を示す。この実施例は、入力ポート20および出力ポート29を備え、タイミング抽出回路21と、個々のチャンネルの光信号を分離するための二つのクロック光源22-1、22-2と、時分割分離部を構成する光非線形媒質としての半導体レーザ増幅器40-1、40-2および波長多重分離カプラ32-1、32-2と、挿入すべき光信号を生成するアッドクロック光源24-1、24-2と、チャンネル選択部を構成する二つのチャンネル選択器25-1、25-2と、各チャンネルの光信号に遅延を与える二つの遅延光ファイバ201-1、201-2と、繰り返し周波数 $f$ の光パルス列を発生するクロック光源27と、時分割多重部の光非線形媒質を構成する半導体レーザ増幅器41-1、41-2と、入射光信号をタイミング抽出回路21に分岐する分波器30と、クロック光源22-1、22-2の出力をそれぞれ入射光信号に合波する合波器31-1、31-

2と、チャネル選択器25-1、25-2の出力をそれぞれクロック光源27の出力に合波する合波器33-1、33-2とを備える。

【0027】この実施例もまた、第一実施例と同様の動作によって、100Gbit/sを超えるような超高速光信号の任意のチャネルの光信号について、分岐、挿入、時分割チャネルの入れ替え操作を行った時分割多重光信号列を生成して出力することができる。

【0028】図4は各部の光パルス列の波形例を示す。

(a)は入射光信号列、(b)はクロック光源22-1の出力、(c)はクロック光源22-2の出力、(d)はチャネル選択器25-1から分岐ポートへの分岐出力、(e)はチャネル選択器25-2から分岐ポートへの分岐出力、(f)はチャネル選択器25-1から遅延光ファイバ201-1へ出力されるアッド出力、(g)はチャネル選択器25-2から遅延光ファイバ201-2へ出力されるアッド出力、(h)は遅延光ファイバ201-1によって遅延を受けた光ファイバ28-1または半導体レーザ増幅器41-1への出力、(i)は遅延光ファイバ201-2によって遅延を受けた光ファイバ28-2または半導体レーザ増幅器41-1への出力、(j)はクロック光源27の出力、(k)は出力ポート29から出射される光信号列である。

【0029】以上の実施例では2チャネル構成を例に説明したが、2チャネル以上の複数チャネル構成でも本発明を同様に実施できる。また、4光波混合による時分割多重では、各チャネルで必要とされる波長変換を一括変換することもできる。各クロック光源およびアッドクロック光源の出力光のパルス幅は、入射光信号のパルス幅と同じか、各タイムスロット内で入射光信号のパルス列より広く設定すればよい。チャネル選択器の制御信号は、時分割分離信号を受信して得るなど、種々の従来技術を利用することができる。チャネル選択器および光遅延制御部は、本発明における光信号処理の速度をなんら制限することではなく、光導波路型、光ファイバ型、音響光学型光スイッチなど、種々の従来技術を利用すること

ができる。

【0030】

【発明の効果】以上説明したように、本発明の光信号処理装置は、超高速光信号列から任意の時分割チャネルの光信号を分岐するだけでなく、電気信号に変換することなくその時分割チャネルに光信号を挿入し、さらに時分割チャネルのタイムスロットを任意に入れ替えることができる。本発明では、動作速度の上限が光非線形媒質の応答速度で決まるため、100Gbit/sを超えるような超高速時分割多重光信号に対して動作することができる。

【図面の簡単な説明】

【図1】本発明の実施形態を示すブロック構成図。

【図2】本発明の第一実施例を示すブロック構成図。

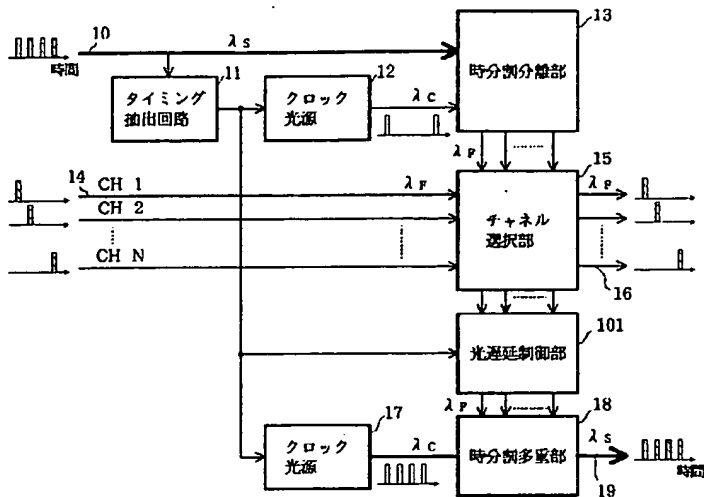
【図3】本発明の第一実施例を示すブロック構成図。

【図4】各部の光パルス列の波形例を示す図。

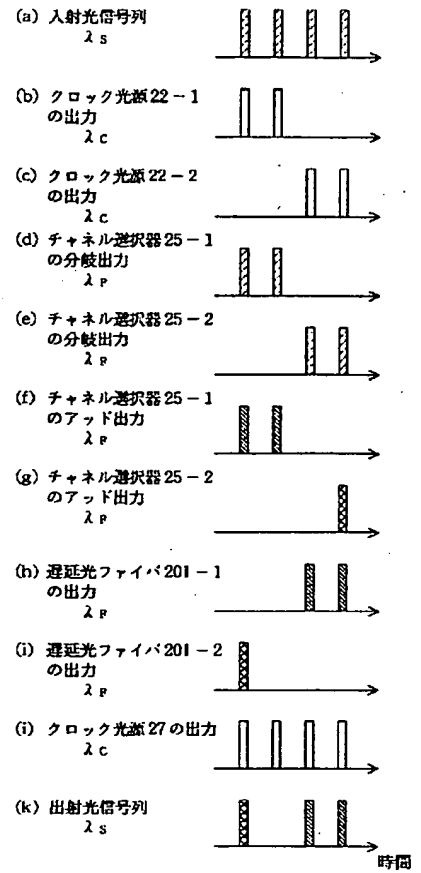
【符号の説明】

- 10、20、41 入力ポート
- 11、21 タイミング抽出回路
- 12、17、22-1、22-2、27 クロック光源
- 13 時分割分離部
- 14 挿入ポート
- 15 チャネル選択部
- 16 分岐ポート
- 18 時分割多重部
- 19、29 出力ポート
- 23-1、23-2、28-1、28-2 光ファイバ
- 32-1、32-2 波長多重分離カプラ
- 24-1、24-2 アッドクロック光源
- 25-1、25-2 チャネル選択器
- 30 分波器
- 31-1、31-2、33-1、33-2 合波器
- 40-1、40-2、41-1、41-2 半導体レーザ増幅器
- 101 光遅延制御部
- 201-1、201-2 遅延光ファイバ

【図1】



【図4】



【図2】

